

# Vallskördeteknikens och tillsatsmedlens betydelse för ensilagets kvalitet

*Forage harvesting technique and additives – effects on silage quality*

**Elisabet Nadeau, Annika Arnesson och Ola Hallin**





## FÖRORD

Under andraskörden 2011 genomfördes ett projekt inom Agroväst mjölkprogram på Götala nöt- och lammköttscentrum, SLU Skara där slåtterteknik, skördeteknik och användande av tillsatsmedel jämfördes vid skörd av vall till ensilage. Projektet har presenterats vid ett flertal träffar med lantbrukare och rådgivare i Västra Götaland och Örebro län samt vid lantbruksmässor såsom ELMIA och Slätte Ekodag och vid styrgruppsmötena i Agroväst mjölkprogram. Det har varit artiklar i Hushållningssällskapets tidning, Lantbrukets Affärer Mjolk och i SLU's LEARN newsletter. Dessutom presenterades projektet som poster vid International Grassland Congress i Sydney, Australien 2013. Författarna vill tacka alla medverkande i projektet som bidrog med maskiner och tillsatsmedel. Rotorslåttermaskinen och strängläggaren var från Gunnars Maskiner i Åsarp och rotorslåtterkrossen var från Kestad maskinentreprenad, kortsnittvagnen från Humla, Blidsberg och hackvagnen från Malmslund, Noltorp, Skara och tillsatsmedlen från Addcon.

Elisabet Nadeau, SLU Skara och HS Sjuhärad

Annika Arnesson, SLU Skara

Ola Hallin, HS Sjuhärad



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	7
INLEDNING.....	9
Syfte .....	9
MATERIAL OCH METODER .....	11
Slåttervall .....	11
Vallmaskiner, teknik och tillsatsmedel .....	11
Försöksuppläggning .....	12
Skördeväder och förtorkning.....	12
Registreringar och provtagning av grönmassa och ensilage .....	18
Hackelselängd .....	18
Lagringsstabilitet.....	20
Analyser .....	21
Statistisk analys .....	22
RESULTAT OCH DISKUSSION .....	23
Hackelselängd .....	23
Näringsinnehåll och mikrobiologiskt innehåll i grönmassa.....	23
Förtorkning och balvikter.....	24
Slåtter- och skördeteknikens inverkan på ensilagens kvalitet.....	25
Inverkan av slåtterteknik och tillsatsmedel på ensilagens kvalitet.....	27
Inverkan av hackning/snittning och tillsatsmedel på ensilagens kvalitet.....	30
EKONOMI.....	35
SLUTSATSER.....	37
Slåtter- och skördeteknik.....	37
Tillsatsmedel .....	37
ABSTRACT.....	39
LITTERATUR.....	41



## SAMMANFATTNING

Det börjar bli vanligare att rotorslätterkross ersätts med rotorslättermaskin och att exakthack byts ut mot kortsnittvagn, som ger längre strållängd än exakthack. Den maskinkedjan är billigare i inköp och dragkraftsbehovet minskar. Syftet med studien var att studera effekt av slätter- och skördeteknik samt tillsatsmedel på ensilagets kvalitet och lagringsstabilitet vid skörd av gräs/klöver vall. Till försöket användes andra skörd av en tvåårig vall omfattande 13 ha på Götala nöt-och lammköttscentrum, SLU Skara.

Vid slätter jämfördes rotorslätterkross (fram Krone easy cut 32 CV float, bak Krone easy cut 9140 CV) med rotorslättermaskin (fram KUHN GMD 802F, bak KUHN GMD 883) för bredspridning. Strängläggaren var KUHN GA 8121 Masterdrive med en arbetsbredd på 8,1 m. Strängbredden var 1,40 m. Exakthacken var hackvagn Sahlström 50 m<sup>3</sup> Taarup 480 och kortsnittvagnen var Pöttinger Jumbo 6010 Powermatic 60 m<sup>3</sup>. Detta innebar fyra försöksled för skördeteknik: rotorslätterkross – exakthack, rotorslätterkross – kortsnittvagn, rotorslättermaskin – exakthack och rotorslättermaskin – kortsnittvagn. För var och en av de fyra försöksleden användes fyra olika tillsatsmedelsbehandlingar. Behandlingarna var kontroll utan tillsatsmedel, syramedlet GrasAAT SX, 3 liter/ton grönmassa, saltbaserade medlet Kofasil Ultra K, 2 liter/ton grönmassa och bakteriemedlet Kofasil Combi med mjölksyrabakterier kombinerat med natriumbensoat och kaliumsorbat i lösning, 100 000 cfu mjölksyrabakterier/gram grönmassa. Samtliga tillsatsmedel tillverkas av Addcon.

Den hackade och snittade grönmassan från samtliga 16 försöksled pressades i en stationär press av typ Orkel MP 2000 (Fannrem, Norge), plastades med åtta lager plast och lagrades i 150 dagar innan prov borrades för analys av ensilagets lagringsstabilitet och kvalitet. Det pressades minst fem balar från varje behandling. Hackelselängden av den exakthackade grönmassan var 26,7 mm och för den snittade grönmassan 85,0 mm. Skörden började efter 18-19 timmars förtorkning då ts-halten i grönmassan slagen med rotorslättermaskinen var 33 % och i grönmassan slagen med rotorslätterkross 42 %.

Det framkom från resultaten att tillsatsmedel hade större betydelse än slätter- och skördeteknik för att uppnå en god kvalitet i ensilaget med små lagringsförluster och förbättrad stabilitet mot varmgång vid tillträde av luft till ensilaget, som kan uppstå vid otillräcklig packning och täckning av ensilaget under lagring och under utfodringsperioden.

Samtliga fyra kombinationer av rotorslättermaskin och rotorslätterkross med exakthack och kortsnittvagn gav tillfredsställande ensilagekvalitet. Resultaten visar dock en viss tendens till högre etanolhalt och ökade ts-förluster i ensilaget när rotorslättermaskin användes i kombination med kortsnittvagn. Det var också större energiförluster i ensilaget under 14 dagars luftning då rotorslättermaskin användes i jämförelse med rotorslätterkross.

Hackat och snittat material som packas och plastas in i en stationär Orkelpress blir mycket välpackat och ger små förluster. I praktiken får vi räkna med betydligt större lagringsförluster med ensilering i plansilo, ca 15 %, ibland mer. Eftersom kortsnittvagn har högre kapacitet, blir det ett mer kostnadseffektivt alternativ men var noga med att den högre kapaciteten inte leder till otillräckligt med tid för packning av grönmassan i silon mellan lassen.

Både kemiska och biologiska tillsatsmedel minskade etanolhalten, antalet jästsvampar och ts-förlusterna samt förbättrade lagringsstabiliteten i hackat ensilage. I snittat ensilage minskade endast de kemiska tillsatsmedlen antalet jästsvampar och ts-förlusterna och det var endast

Kofasil Ultra K som förbättrade lagringsstabiliteten ensilaget. Det fanns ett tydligt samband mellan antalet jästsvampar och lagringsstabiliteten i ensilaget med ökad risk för varmgång i ensilaget när förekomsten av jästsvampar ökade.

Genom att välja ett tillsatsmedel som hämmar utvecklingen av jästsvamp i ensilaget kan lantbrukaren öka sina möjligheter till att få ett ensilage som inte tar värme vid uttag ur silon. Därmed undviks stora energiförluster i ensilaget efter siloöppningen under utfodringsperioden. Förlusterna är förluster av näring och kasserat ensilage, som medför stora kostnader i produktionen. Den lägre energihalten i ensilaget medför att mer kraftfoder behöver utfodras till korna för att energiförsörjas. Om ett ensilage, som är angripet av jäst- och mögelsvamp, utfodras, äventyras kornas hälsa och produktion.

Ett ensilage med högt energivärde och god hygienisk kvalitet är grunden för friska kor med hög produktion.



## INLEDNING

Vid ensilering till torn- och plansilo har slåtterkrossen och exakthack varit den vanligaste maskinkedjan under flera årtionden. Det börjar bli vanligare att rotorslåtterkross ersätts med rotorslåtermaskin och att exakthack byts ut mot kortsnittvagn, som ger längre strålängd än exakthack. Motivet är att den maskinkedjan är billigare i inköp och att energiförbrukningen minskar. När energiförbrukningen sätts i relation till hackningsarbetet i jämförelsen mellan exakthack och kortsnittvagn är dock exakthacken mer effektiv (Suokannas & Nysand, 2008). Frågan är om kombinationen med rotorslåtermaskin och kortsnittvagn ger ett lika bra ensileringsresultat? För att belysa hur ny teknik vid skörd och ensilering påverkar förtorkningstid, ensilagekvalitet och effekt av tillsatsmedel har ett omfattande försök gjorts på Götala nöt- och lammköttscentrum, SLU Skara.

### Syfte

Att studera effekt av slåtter- och skördeteknik samt tillsatsmedel på ensilageets kvalitet och lagringsstabilitet vid skörd av gräs/klöver vall.



*Bild 1. Gräs/klövervall, andra skörd, som användes till skördeteknikförsöket.*



## MATERIAL OCH METODER

### Slåttervall

Till försöket användes andra skörd av en tvåårig vall omfattande 13 ha på Götala nöt-och lammköttscentrum, SLU Skara (Bild 1). Prognosprov (NDF, Rp, energi) togs och väderförhållanden beaktades för att fastställa skördetidpunkt. Före slåtter klipptes prov utmed diagonalen för analys av botanisk sammansättning genom sortering i gräs, baljväxter, ogräs och dött material. Gräset bestod av ängssvingel, timotej och engelskt rajgräs, vilka utgjorde 80 % av torrsubstans (ts)-innehållet. Resterande 20 % av ts-innehållet var 18 % rödklöver och 2 % dött material. Första skörden hade tagits den 5 juni och slåttern av andraskörden gjordes den 13 juli, vilket medförde 38 dagar, ca 5,5 veckor; mellan första och andra skörd.

### Vallmaskiner, teknik och tillsatsmedel

Vid slåtter jämfördes rotorslåtterkross (fram Krone easy cut 32 CV float, bak Krone easy cut 9140 CV) dragen med New Holland traktor TVT 195 med rotorslåttermaskin (fram KUHN GMD 802F, bak KUHN GMD 883) dragen med traktor JD 7430 Premium (Bild 2 och 3). Den planerade stubbhöjden var 10 cm men medelstubbhöjden för rotorslåttermaskinen var 10,6 cm och för rotorslåtterkrossen 12,2 cm. Arbetsbredden var 8,7 m men i försöket användes 8,3 m och hastigheten vid slåtter var 12 km/timme.

Rotorslåtterkrossen gav en bredspridningsyta på 78 % medan rotorslåttermaskinen gav en bredspridning på 68 % av ytan. Det var synliga skillnader i den bredspridda grönmassan efter de olika slåtterteknikerna. Grönmassan låg fluffigt och stråna låg kors och tvärs efter slåtter med rotorslåtterkross medan grönmassan låg mer platt efter marken och alla strån i samma riktning för rotorslåttermaskinen (Bild 4).

Strängläggaren var KUHN GA 8121 Masterdrive med en arbetsbredd på 8,1 m, dragen av en traktor av typ JD 6330. Strängbredden var 1,40 m. Strängläggaren klarade hela slåttermaskinernas arbetsbredd då dessa inte spred fullt ut i kanterna.

Exakthacken var hackvagn Sahlström 50 m<sup>3</sup> Taarup 480 med Massey Fergusson traktor 7495 Dyna VT. Kortsnittvagnen var Pöttinger Jumbo 6010 Powermatic 60 m<sup>3</sup> dragen med John Deere 7430 Premium. För båda typer av vagnar användes Perstorps pump för tillsatsmedelsdosering. Hastigheten vid hackning var 5 km/timme för exakthacken och 10 km/timme för kortsnittvagnen (Bild 5 och 6).

Detta innebar fyra försöksled för skördeteknik:

- Rotorslåtterkross - Exakthack
- Rotorslåtterkross - Kortsnittvagn
- Rotorslåttermaskin - Exakthack
- Rotorslåttermaskin – Kortsnittvagn

För var och en av de fyra försöksleden användes fyra olika tillsatsmedelsbehandlingar. Behandlingarna var:

- 1) Kontroll utan tillsatsmedel
- 2) Syramedlet GrasAAT SX, 3 liter/ton grönmassa
- 3) Saltbaserade medlet Kofasil Ultra K, 2 liter/ton grönmassa

- 4) Bakteriemedlet med mjölksyrabakterier kombinerat med salt i lösning, 100 000 cfu mjölksyrabakterier/gram grönmassa)

Doseringarna var enligt rekommendation från tillverkaren Addcon. GrasAAT SX innehåller 40 % myrsyra, 20 % propionsyra, 20 % natriumformat, 1,0 % bensoesyra, 1,0 % sorbinsyra och 1,0 % glycerol (Addcon Nordic AS). Kofasil Ultra K innehåller 16,5 % natrium nitrit, 11,0 % hexametylenetetramin, 8,1 % kaliumsorbat, 2,2 % natriumbensoat och 0,8 % natriumpropionat. Kofasil Combi innehåller mjölksyrabakterien *Lactobacillus plantarum* DSM 3676, 3677, 240 g/ton natriumbensoat and 30 g/ton kaliumsorbat (Addcon Europe GmbH). Förbrukad mängd tillsatsmedel per ton grönmassa kontrollerades genom att väga tillsatsmedelsbehållaren med tillsatsmedel före och efter varje behandling och genom att räkna antal balar och väga varje bal från samtliga lass (Bild 7 och 8). En liten variation uppstod i tillförd mängd tillsatsmedel per ton grönmassa mellan behandlingar på grund av variationer i avkastning i fält och skillnad i ts-halt. Den hackade och snittade grönmassan från samtliga 16 försöksled pressades i en stationär press av typ Orkel MP 2000 (Fannrem, Norge), plastades med åtta lager plast och lagrades i 150 dagar innan prov borrades för analys av ensilagets lagringsstabilitet och kvalitet. Det pressades minst fem balar från varje behandling.

### Försöksuppläggning

Inga vändtegar användes i försöket. Slåttern skedde med alternerande längsgående områden för rotorslätterkross och rotorslättermaskin. Inom varje område hackades grönmassan med varannan sträng med exakthack och varannan sträng med kortsnittvagn. Varje tillsatsmedelsbehandling använde en längsgående sträng. Denna försöksuppläggning användes för att fånga upp så mycket som möjligt av variationen inom fält för varje behandling. Med fyra olika skördetekniker och fyra olika tillsatsmedelsbehandlingar blir det totala antalet behandlingar 16 (4 skördetekniksbehandlingar x 4 tillsatsmedelsbehandlingar). För var och en av de 16 behandlingarna användes fyra balar som upprepningar för den statistiska analysen.

### Skördeväder och förtorkning

Slåtter skedde mellan 14:15 och 15:30 den 13 juli 2011. Under skörden bestämdes ts-halten i grönmassan i mikrovågsugn. Ts-halten i stående gröda på morgonen innan slåtter var ca 23 % och ts-halten i slagen gröda kl. 18, som var slagen 14:30, var ca 32 % för rotorslätterkrossen och 28 % för rotorslättermaskinen. Strängläggningen skedde samma dag mellan kl 18:30 och 19:10 för de områden där vallen var slagen med rotorslätterkross och mellan kl. 20:00 och 20:40 för de områden där vallen var slagen med rotorslättermaskin. Det var kraftig dag i gräset på morgonen den 13 juli men det var soligt, 15-20 °C, med svag vind på förmiddagen då daggen i gräset försvann. Samma väder var det på eftermiddagen. På morgonen kl. 8 den 14 juli var ts-halten i grönmassan i sträng från rotorslätterkrossen 32 % och från rotorslättermaskinen 31 % då det var dag i gräset.

Hackning och snittning började på förmiddagen efter 18,5 timmar för grönmassa, som hade slagits med slätterkross, och efter 19,5 timmar för grönmassa, som hade slagits med rotorslättermaskin. Ts-halterna i grönmassan var då 41 % för grönmassa som hade slagits med rotorslätterkross och 32 % för grönmassa som hade slagits med rotorslättermaskin. Vädret var soligt med upp till 25 °C på eftermiddagen och tilltagande vind. Det regnade inte på grönmassan som användes i försöket.





*Bild 2. Rotorslätterkross – bredspridning, fram Krone easy cut 32 CV float, bak Krone easy cut 9140 CV.*



*Bild 3. Rotorslättermaskin – bredspridning, fram KUHN GMD 802F, bak KUHN GMD 883.*





*Bild 4. Till vänster i bild är slåtter utförd med slättekross och till höger i bild är slåtter utförd med slätterbalk.*



*Bild 5. Hackvagn Sahlström 50 m<sup>3</sup> Taarup 480.*





Bild 6. Kortsnittvagn Pöttinger Jumbo 6010 Powermatic.



Bild 7 och 8. Vägning och byte av tillsatsmedel.



Tömning av grönmassa, pressning och transport, märkning och vägning av balar visas i bild 9 – 14.



*Bild 9. Tömning av grönmassa på platta.*



*Bild 10. Ilastning av grönmassa i stationär rundbalspress Orkel MP 2000.*





*Bild 11 och 12. Orkel MP 2000, stationär rundbalspress.*



*Bild 13. Transport av hårdpressad bal.*





Bild 14. Vägning och märkning av bal.

### Registreringar och provtagning av grönmassa och ensilage

Prov togs på grönmassan före pressning av rundbalar för bestämning av genomsnittlig hacksel längd och spridningen i hacksel längd. Dessutom togs prover för analys av grönmassans näringsinnehåll och mikrobiologiskt innehåll. De hårdpackade rundbalarna vägdes vid skörd och efter 150 dagars lagring för bestämning av ts-förluster enligt Weissbach (2005). Då togs även borrhov från fyra balar per behandling för analys av ensilagens lagringsstabilitet, fermenteringskvalitet (pH, syror, etanol, ammoniak-kväve), innehåll av socker och jästsvamp samt smältbarhet av organisk substans *in vitro* (VOS). Borrhoven togs på sex ställen på balen med tre prover per sida utspridda från topp till botten.

### Hacksel längd

Hacksel längden för det hackade materialet bestämdes med Penn State partikelseparator, som visas i bild 15. Den ursprungliga partikelseparatorn har tre olika storlekar (19, 7,9 och 1,8 mm) på såll, genom vilka grönmassan separeras efter partikelstorlek, och en bottenplatta (Heinrichs & Kononoff, 2002). Till dessa har Lars Johansson, f.d. avdelningen för produktionssystem, institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU i Skara, tillverkat ytterligare ett såll med storleken 30 mm (det översta gröna sållet; Bild 15) för att anpassa separatorn till de hacksel längder som används för ensilering i Sverige. Grönmassan vägdes på de olika sållen och procent grönmassa på varje såll beräknades på färskvikt. Utifrån procentandelarna och sållstorlekarna räknades den genomsnittliga hacksel längden ut. Längden på den snittade grönmassan bestämdes genom att mäta 400 partiklar med linjal.



Bild 15. Arbete med Penn State partikelseparator.



Bild 16-17. Borrning i balar och provtagning.



## Lagringsstabilitet

För lagringsstabilitetstestet vägdes 320-380 g ensilage (beroende av ts-halt) in i PVC-rör med hål i nedre delen av sidorna. I mitten av ensilaget lades en Tinytag temperaturlogger. Tomt PVC-rör samt logger vägdes och även nettomängden ensilage i röret. Därefter sattes röret i en frigolitlåda som tillät luftning. Temperaturen i ensilaget och i den omgivande miljön (20°C) mättes varannan timme under 14 dagar (Honig, 1990). Ensilaget analyserades för pH vid SLU i Skara efter lagringsstabilitetstesten. Dessutom analyserades de luftade ensilagen för smältbarhet av organisk substans *in vitro* (VOS).

Temperaturloggarna anslöts till en dator med ett program som lagrade alla temperaturmätningar. Antal dagar som det tog för temperaturen i ensilaget att öka 2°C över omgivningstemperaturen på 20°C registrerades.



Bild 18-20. Vägning av rör och temperaturlogger inför ASTA-körning.



*Bild 21-22. Arbete med lagringstabilitetrör fyllda med ensilage och rör i frigolitlåda.*

## **Analys**

Grönmassans ts-halt bestämdes genom torkning i torkskåp i 105 °C i 24 timmar. Okorrigerad ts i ensilage bestämdes genom torkning i 60 °C i 20 timmar följt av torkning i 105 °C i 3 timmar. Den okorrigerade ts-halten korrigerades för förluster av flyktiga ämnen i ensilaget enligt Weissbach & Strubelt (2008). Analys av grönmassans innehåll av neutral detergent fiber (NDF) och vomvätskelöslig organisk substans (VOS) samt ensilagets innehåll av VOS före och efter lagringsstabilitetstest analyserades på Kungsängens laboratorium, SLU

Uppsala. NDF analyserades enligt Chai och Udén (1998) med tillsats av amylas och natriumsulfit. VOS bestämdes enligt Lindgren (1979) och utifrån VOS-värdet räknades smältbarhet av organisk substans och omsättbar energi ut enligt Lindgren (1983). Innehållet av jästsvamp, mögelsvamp, bakterier och sporer i grönmassa samt jästsvamp i ensilage (NMKL 98) analyserades på Eurofins i Jönköping. Analys av totalkväve och socker i form av water soluble carbohydrates (WSC) i grönmassa samt WSC, pH, ammoniak-kväve och fermentationsprodukter, såsom organiska syror och etanol i ensilagen utfördes på centrallaboratoriet, Humboldt universitet, Berlin, Tyskland. WSC analyserades enligt Lengerken & Zimmermann (1991). Totalkväve analyserades enligt Kjeldahl och multiplicerades med 6,25 för att få råproteinhalten. pH mättes med en kalibrerad pH-elektrod. Mjölksyra analyserades med vätskekromatografi, HPLC (Weiss & Kaiser, 1995) medan flyktiga fettsyror (ättiksyra, propionsyra, smörsyra) och alkoholer (etanol, 2,3-butandiol, 1,2-propandiol) analyserades med gaskromatografi (Weiss, 2001). Ammoniak-kväve analyserades kolorimetriskt med Scalar (CFSA) grundad på Berthelot reaktionen. Innehållet av ammoniak-kväve i ensilage behandlat med Kofasil Ultra K korrigerades för innehållet av kväve i tillsatsmedlet.

### **Statistisk analys**

Data för grönmassa analyserades med variansanalys för ett 2 x 2 faktorförsök med två slåttertekniker och två skördetekniker (hackning och snittning). Den statistiska analysen utfördes i PROC GLM i SAS (ver. 9.3) med två prover per behandling och ts-halt som en kovariat. Resultaten redovisas med medelvärden och variationen kring medelvärdet genom uträkning av 0,05 och 95 % percentiler i Excel.

Data för ensilagen analyserades med variansanalys för ett 2 x 2 x 4 faktorförsök med två slåttertekniker, två skördetekniker (hackning och snittning) och fyra tillsatsmedels-behandlingar. Den statistiska analysen utfördes i PROC GLM i SAS (ver. 9.3) med fyra balar per behandling och ts-halt som en kovariat. När  $F$  – värdet var signifikant på 5 % signifikansnivå, utfördes parvisa jämförelser mellan behandlingsmedelvärden (uträknade som least-square means (LSMEANS) med Tukey's test. Smältbarheten av organisk substans och energivärdet i ensilaget analyserades före och efter lagringsstabilitetstestet i PROC MIXED (ver. 9.3) enligt ovanstående faktorförsök plus att effekten av luftning under lagringsstabilitetstestet lades in som en upprepad mätning. När  $F$  – värdet var signifikant på 5 % signifikansnivå, utfördes parvisa jämförelser mellan behandlingsmedelvärden (LSMEANS) med Tukey's test.



## RESULTAT OCH DISKUSSION

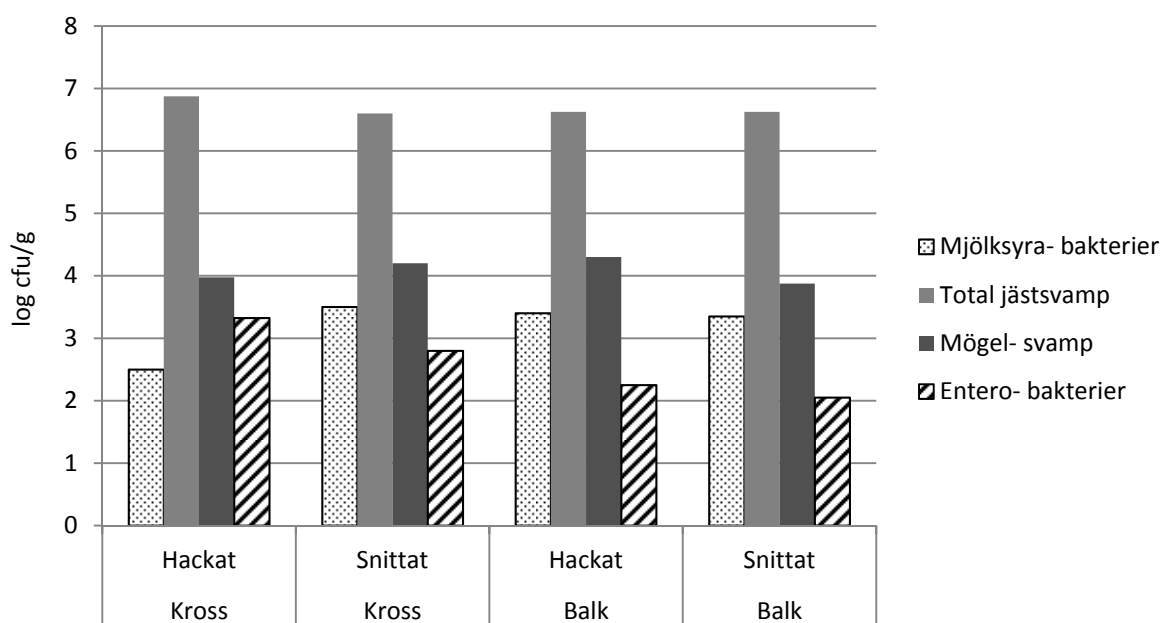
### Hackelselängd

Hackelselängden för det hackade materialet bestämdes med Penn State partikelseparator. Andelen grönmassa på 30 mm, 19 mm, 7,9 mm och 1,8 mm såll samt bottenplatta var 84 %, 4 %, 9 %, 3 % respektive 0 %. Den genomsnittliga hackelselängden var 26,7 mm med 90 % av partiklarna från 26,2 mm till 27,2 mm. Manuell mätning gjordes på 400 partiklar av det snittade materialet, vilket gav ett medelvärde på 85 mm med 90 % av partiklarna mellan 19 och 216 mm.

### Näringsinnehåll och mikrobiologiskt innehåll i grönmassa

Grönmassans innehåll av näring skilde sig inte mellan slåtterteknik och skördeteknik. Råproteinhalten i grönmassan var 125 g/kg ts med 90 % av värdena mellan 113 och 134 g/kg ts medan NDF-halten var 484 g/kg ts med 90 % av värdena mellan 468 och 503 g/kg ts. Sockerhalten, mätt som vattenlösliga kolhydrater (WSC), var 171 g/kg ts med 90 % av värdena mellan 144 och 192 g/kg ts. Detta resulterade i en smältbarhet av den organiska substansen *in vitro* (på labb) på 87 % med 90 % av värdena mellan 85 och 88 % av organisk substans. Energihalten mätt som omsättbar energi var i genomsnitt 11,0 MJ med 90 % av värdena mellan 10,6 och 11,2 MJ/kg ts. Askhalten var 85 g/kg ts med 90 % av proven mellan 80 och 91 g/kg ts.

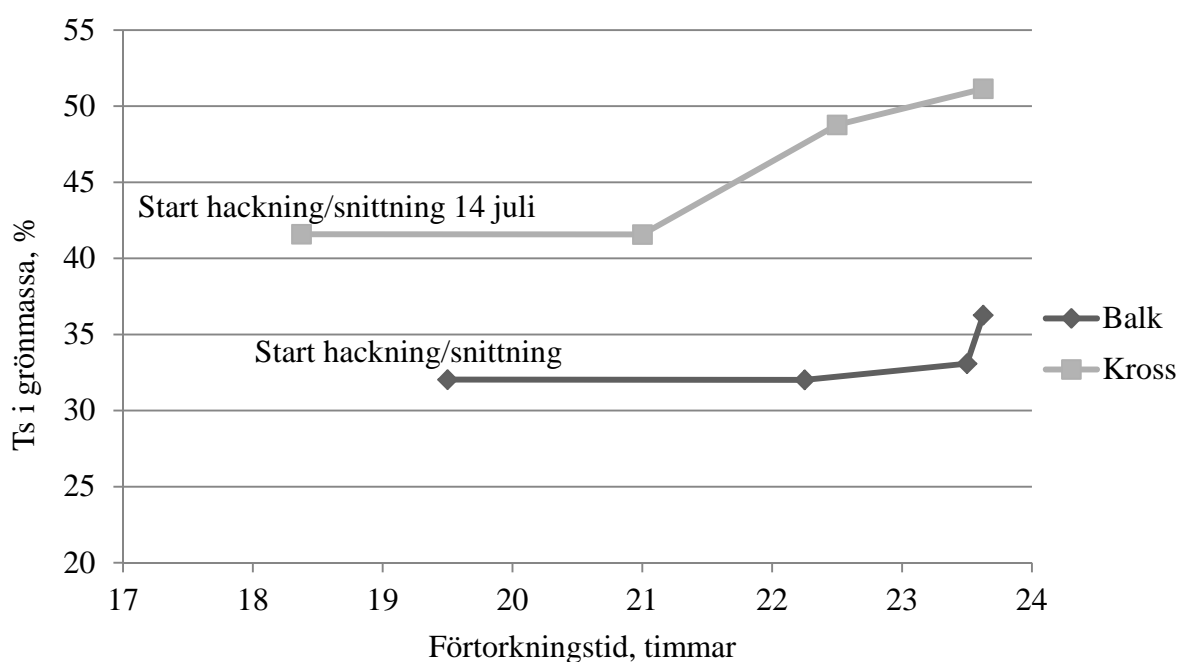
Av figur 1 framgår skillnaderna i mjölksyrabakterier, jästsvamp, mögelsvamp och enterobakterier. För *Escherichia coli* (< log 1,0 cfu/g) och *Bacillus cereus* (log 1,0 cfu/g), klostridiesporer (<log 1,0 cfu/g) var halterna obefintliga. Det mikrobiologiska innehållet i grönmassan var relativt jämn mellan försöksleden, som inte skilde sig åt i innehåll av bakterie- och svampförekomst. Det var förhållandevis lågt antal mjölksyrabakterier och högt antal jästsvamp och även förekomst av mögelsvampar i grönmassan. pH-värdet i grönmassan var 6,1 (Figur 1).



Figur 1. Mikrobiologisk analys i grönmassa innan ensilering beroende på slåtter- och skördeteknik. Kross = rotorslätterkross, Balk = rotorslåttermaskin.

## Förtorkning och balvikter

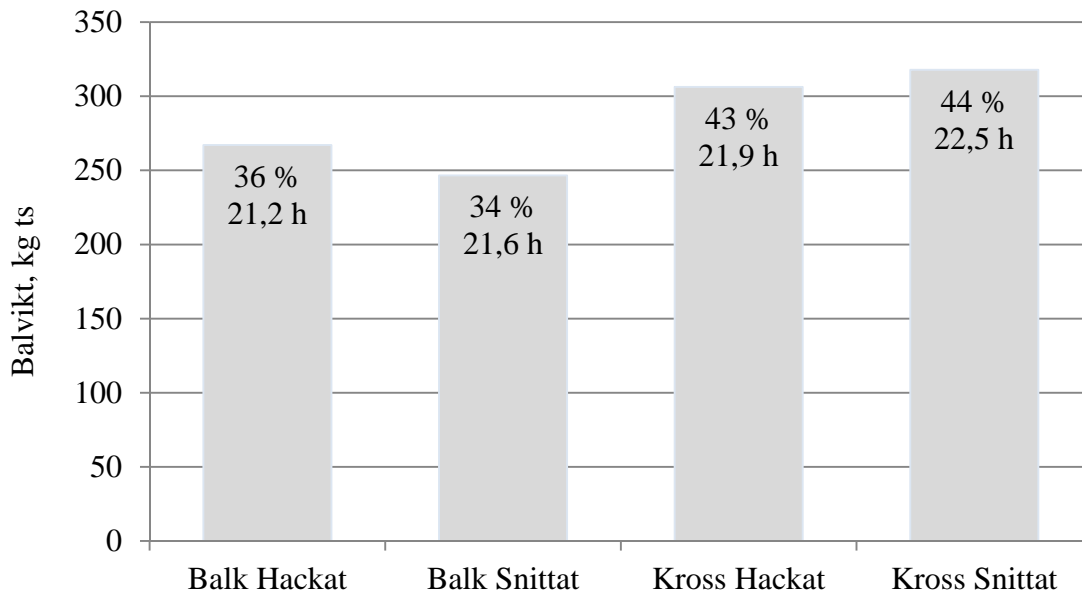
Skördedagen den 14 juli var delvis solig med temperatur mellan 15 och 20 °C och med vindstyrka kring 3-5 m/s. Skörden skedde mellan 10.30 och 16.00. Utvecklingen av ts-halten på grönmassan skiljde mellan slåtterkross och slåtterbalk, vilket framgår av figur 2. Vid 14:30-tiden den 14 juli började ts-halten i den stränglagda krossade grönmassan att öka snabbt medan grönmassan som var slagen med rotorslåttermaskin (Balk) hade en relativt jämn ts-halt i strängen under hela skörden. Den lilla ökningen i ts-halt i grönmassan slagen med rotorslåttermaskin i slutet av skörden beror på att ett område av fältet med något lägre avkastning och därmed en tunnare sträng skördades (Figur 2).



Figur 2. Förändringar i ts-halten i stränglagd grönmassa. Slåtter med bredspridningsteknik skedde kl 14:15-15:30 den 13 juli och strängläggning i 8,1 m breda strängar skedde kl 18:30-20:40 samma dag. Se mer information i avsnittet "Skördeväder och förtorkning".

Figur 3 visar rundbalarnas vikt i kg ts för de olika slåtter/skördeteknikerna. I staplarna visas ensilagens ts-halt och förtorkningstid. Vid jämförbara förtorkningstider blev ts-halten i grönmassan slagen med rotorslåttermaskin ca nio procentenheter lägre än grönmassan slagen med rotorslåtterkross. Därmed blev mängden ts större i balar som var pressade med förtorkad grönmassa som hade slagits med rotorslåtterkross än i balar som var pressade med grönmassa som var slagen med rotorslåttermaskin (Figur 3). Desto högre ts-halt i grönmassan desto mer kg ts blir det i balen och därmed kan man skörda samma mängd ts men med färre balar och minska på energiförbrukningen och plastförbrukningen vid pressning. Vid val av lämplig ts-halt i balen behöver man dock även beakta andra saker som kan påverka ensilagekvaliteten och konsumtionen av ensilaget hos idisslarna. Även Borreani et al. (1999) visade på snabbare förtorkning av grönmassa slagen med rotorslåtterkross än med rotorslåttermaskin. Det gick att packa ungefär lika mycket ts i balar med snittat som i balar med hackat material (Figur 3). Liknande resultat visade också Lingvall & Knicky (2008) när packning skedde i likande typ av balar och i 6 x 20 m stålsilor.





Figur 3. Rundbalsvikt (kg ts/bal), torrsbstanshalt i ensilaget (%) och förtorkningstid (h = timmar).

### Slåtter- och skördeteknikens inverkan på ensilagens kvalitet

När rotorslåttermaskin används kan det vara till viss fördel att exakthacka grönmassan eftersom hackat ensilage hade lägre etanolhalt och ts-förluster jämfört med snittat ensilage (Tabell 1). När rotorslåtterkross används går det lika bra att snitta som att hacka grönmassan för att uppnå god ensilagekvalitet. I en tidigare svensk studie där kortsnittvagn jämfördes med exakthack på grönmassa som hade slagits med rotorslåtterkross var det inga skillnader i pH, smörsyrahalt och ammoniakhalt mellan det snittade och det hackade ensilaget (Lingvall & Knicky, 2008). Det var en tendens till ett mer lagringsstabilt ensilage när rotorslåtterkross användes jämfört med rotorslåttermaskin och snittning med kortsnittvagn i det här försöket (Tabell 1).

Tabell 1. Socker, pH, organiska syror, etanol, ammoniak-kväve, ts-förlust under lagring, jästsvamp, lagringsstabilitet efter öppning av bal och pH efter lagringsstabilitetstest beroende av slätter- och skördeteknik<sup>1</sup>. Medelvärden över tillsatsmedelsbehandlingar.

	Balk		Kross		P – värde <sup>2</sup>
	Hackat	Snittat	Hackat	Snittat	
Socker, g/kg ts	57	72	84	94	Ej sign.
pH efter 150 dagars lagring	4,16	4,37	4,20	4,41	Ej sign.
Mjölksyra, g/kg ts	71	52	78	64	Ej sign.
Ättiksyra, g/kg ts	8,3 <sup>bc</sup>	8,6 <sup>b</sup>	7,3 <sup>c</sup>	10,0 <sup>a</sup>	< 0,001
Propionsyra, g/kg ts	0,33	0,44	0,45	0,50	Ej sign.
Smörsyra, g/kg ts	0,00 <sup>b</sup>	0,34 <sup>a</sup>	0,19 <sup>ab</sup>	0,12 <sup>ab</sup>	< 0,01
Etanol, g/kg ts	2,8 <sup>c</sup>	5,2 <sup>a</sup>	3,4 <sup>bc</sup>	3,8 <sup>b</sup>	< 0,001
Ammoniak-N, % av total-N	6,4	6,9	7,0	7,4	Ej sign.
Ts-förlust, %	3,2 <sup>b</sup>	3,7 <sup>a</sup>	3,4 <sup>ab</sup>	3,4 <sup>ab</sup>	< 0,05
Jästsvamp, log cfu <sup>3</sup> /g	3,1	3,2	2,6	2,6	Ej sign.
Lagringsstabilitet <sup>4</sup> , dagar	8,2 <sup>(ab)</sup>	6,9 <sup>(b)</sup>	9,9 <sup>(a)</sup>	10,3 <sup>(a)</sup>	< 0,10
pH efter lagringsstabilitetstest	6,62	7,56	5,48	6,45	Ej sign.

<sup>1</sup>Balk = rotorslättermaskin, Kross = rotorslätterkross, Hackat = exakthackad grönmassa, Snittat = snittad grönmassa med kortsnittvagn.

<sup>2</sup>P – värde < 0,001, < 0,01, och < 0,05 betyder att det är statistiskt säkerställda skillnader mellan medelvärden som har olika bokstäver på samma rad. P – värde < 0,10 betyder att det är tendens till statistiskt säkerställda skillnader mellan medelvärden som har olika bokstäver inom parentes. Ej sign. = ej signifikant betyder att medelvärdena inte skiljer sig åt.

<sup>3</sup>cfu = colny forming units (koloniformande enheter).

<sup>4</sup>Lagringsstabilitet är mätt som antal dagar det tar för temperaturen i ensilaget att stiga 2°C över omgivningens temperatur mätt under en 14-dagars period.

Ensilage vars grönmassa hade slagits med rotorslätterkross (Kross) hade högre smältbarhet och energivärde i form av omsättbar energi än ensilage som hade slagits med rotorslättermaskin (Balk) (Tabell 2). Denna skillnad kan delvis bero på skillnaden i stubbhöjd på ca 2 cm med en högre stubbhöjd för grönmassa slagen med rotorslätterkross (Fagerberg, 1979). Efter lagringsstabilitetstesten med luftning av ensilaget i 14 dagar hade ensilaget som var ensilerat från grönmassa som hade slagits med rotorslättermaskin dubbelt så stora energiförluster som ensilaget som ensilerats från grönmassa som hade slagits med rotorslätterkross. Därmed var energihalten i ensilaget från grönmassa som slagits med rotorslättermaskin 0,5 MJ lägre än i ensilaget från grönmassa som hade slagits med rotorslätterkross (Tabell 2).

Tabell 2. Smältbarhet av organisk substans (OS) och omsättbar energi i ensilage före och efter luftning<sup>1</sup> i 14 dagar när grönmassan har slagits med rotorslättermaskin (Balk) eller rotorslätterkross (Kross). Medelvärden över skördeteknik och tillsatsmedelsbehandlings.

	Balk		Kross		P-värde <sup>2</sup>
	Före luftning	Efter luftning	Före luftning	Efter luftning	
VOS; Smältbarhet av OS <i>in vitro</i> <sup>3</sup> , %	86,6 <sup>b</sup>	83,4 <sup>c</sup>	87,6 <sup>a</sup>	86,0 <sup>b</sup>	< 0,01
Smältbarhet av OS <i>in vivo</i> <sup>4</sup> , %	75,9 <sup>b</sup>	73,1 <sup>c</sup>	76,7 <sup>a</sup>	75,4 <sup>b</sup>	< 0,01
Omsättbar Energi <sup>5</sup> , MJ/kg ts	10,8 <sup>b</sup>	10,2 <sup>c</sup>	11,0 <sup>a</sup>	10,7 <sup>b</sup>	< 0,01

<sup>1</sup>Ensilaget utsätts för luftning enligt metodbeskrivning på sid 19-20 i denna rapport (Honig, 1990).

<sup>2</sup>P – värde < 0,01 betyder att det är statistiskt säkerställda skillnader mellan medelvärden som har olika bokstäver på samma rad

<sup>3</sup>Smältbarhet mätt på laboratorium då torkat och malet prov inkuberas i vomvätska och buffert.

<sup>4</sup>Smältbarhet uträknat utifrån VOS-värdet och ska motsvara smältbarheten av fodret i djuret.

<sup>5</sup>Omsättbar energi uträknat utifrån VOS-värdet.

I tabell 3 visas smältbarheten av organisk substans och innehållet av omsättbar energi i ensilaget före och efter lagringsstabilitetstest vid luftning av ensilaget i 14 dygn.

Tabell 3. Smältbarhet av organisk substans (OS) och omsättbar energi i ensilage före och efter luftning<sup>1</sup> i 14 dagar när grönmassan har hackats med exakthack eller snittats med kortsnittvagn. Medelvärden över slättert teknik och tillsatsmedelsbehandlings.

	Hackat		Snittat		P-värde <sup>2</sup>
	Före luftning	Efter luftning	Före luftning	Efter luftning	
VOS; Smältbarhet av OS <i>in vitro</i> <sup>3</sup> , %	87,3	84,8	87,0	84,7	Ej sign.
Smältbarhet av OS <i>in vivo</i> <sup>4</sup> , %	76,6	74,3	76,2	74,2	Ej sign.
Omsättbar Energi <sup>5</sup> , MJ/kg ts	11,0	10,5	10,9	10,5	Ej sign.

<sup>1</sup>Ensilaget utsätts för luftning enligt metodbeskrivning på sid 19-20 i denna rapport (Honig, 1990).

<sup>2</sup>Ej sign. = ej signifikant betyder att medelvärdena inte skiljer sig åt.

<sup>3</sup>Smältbarhet mätt på laboratorium då torkat och malet prov inkuberas i vomvätska och buffert.

<sup>4</sup>Smältbarhet uträknat från VOS-värdet och ska motsvara smältbarheten av fodret i djuret.

<sup>5</sup>Omsättbar energi uträknat från VOS-värdet.

### Inverkan av slättert teknik och tillsatsmedel på ensilagens kvalitet

Det fanns endast enstaka skillnader mellan ensilage där grönmassan antingen hade slagits med rotorslättermaskin eller rotorslätterkross och då det fanns skillnad kan skillnaden delvis bero på skillnader i ts-halt mellan ensilagen fastän vi har tagit hänsyn till skillnaderna i ts-halt mellan slättert teknikerna i den statistiska modellen. (Tabell 4). Det är känt att ett torrare ensilage generellt ger en mer begränsad förjäsning av socker till syror och etanol samt en mer begränsad proteinnedbrytning än ett våtare ensilage (Muck et al., 2003). Bakteriepreatatet Kofasil Combi hade lägre pH-värde än de övriga behandlingarna men skilde sig inte från kontrollensilage i det krossade materialet. Det var bra förhållanden mellan mjölksyra och ättiksyra i ensilagen och det var skillnader i ättiksyrahalt mellan ensilagen men skillnaderna var små och av liten praktisk betydelse. Det fanns obefintliga halter smörsyra i ensilagen. Samtliga tillsatsmedel sänkte etanolhalten i ensilaget, vilket visar på en mer effektiv förjäsning med minskade ts-förluster under lagringen av ensilaget. Tillsatsmedlens effekt på

etanol är kopplat till att de begränsar tillväxten av jästsvamp då de tillsatsmedelsbehandlade ensilagen hade lägre förekomst av jästsvamp än det obehandlade kontrollensilaget. Ensilage behandlat med tillsatsmedel hade också lägre halt av ammoniak-kväve än kontrollensilaget, vilket visar på en minskad proteinnedbrytning (Tabell 4).

Det var i genomsnitt 2 till 6 dagars skillnader i lagringsstabilitet mellan kontrolleret och ensilage behandlat med tillsatsmedel (Tabell 4). Det var dock ofta stora skillnader i lagringsstabilitet mellan de fyra balarna som var behandlade med samma tillsatsmedel, vilket ledde till att vi inte fick statistiskt säkra skillnader i lagringsstabilitet mellan behandlingarna (Tabell 4).

Tabell 4. Socker, pH, organiska syror, etanol, ammoniak-kväve, ts-förlust under lagring, jästsvamp, lagringsstabilitet efter öppning av bal och pH efter lagringsstabilitetstest beroende av slåtterteknik<sup>1</sup> och tillsatsmedelsbehandling<sup>2</sup>. Medelvärden över skördeteknik.

	Balk				Kross				<i>P</i> – värde <sup>3</sup>
	Kontroll	Kofasil Combi	GrasAAT SX	Kofasil Ultra K	Kontroll	Kofasil Combi	GrasAAT SX	Kofasil Ultra K	
Socker, g/kg ts	52 <sup>d</sup>	72 <sup>cd</sup>	81 <sup>abc</sup>	51 <sup>d</sup>	68 <sup>cd</sup>	100 <sup>ab</sup>	80 <sup>bc</sup>	108 <sup>a</sup>	< 0,001
pH efter 150 dagars lagring	4,24 <sup>de</sup>	3,98 <sup>f</sup>	4,39 <sup>bc</sup>	4,45 <sup>ab</sup>	4,17 <sup>e</sup>	4,17 <sup>e</sup>	4,30 <sup>cd</sup>	4,57 <sup>a</sup>	< 0,001
Mjölksyra, g/kg ts	59 <sup>(d)</sup>	83 <sup>(ab)</sup>	47 <sup>(e)</sup>	56 <sup>(de)</sup>	73 <sup>(bc)</sup>	87 <sup>(a)</sup>	62 <sup>(cd)</sup>	63 <sup>(cd)</sup>	< 0,10
Ättiksyra, g/kg ts	8,3 <sup>bcd</sup>	6,7 <sup>d</sup>	6,8 <sup>d</sup>	12,0 <sup>a</sup>	8,2 <sup>d</sup>	8,3 <sup>cd</sup>	7,4 <sup>d</sup>	10,7 <sup>ab</sup>	< 0,01
Propionsyra, g/kg ts	0,01	0,00	1,33	0,22	0,08	0,01	1,53	0,28	Ej sign.
Smörsyra, g/kg ts	0,46	0,14	0,08	0,00	0,50	0,00	0,05	0,07	Ej sign.
Etanol, g/kg ts	6,1 <sup>a</sup>	4,5 <sup>b</sup>	3,4 <sup>c</sup>	2,0 <sup>d</sup>	7,1 <sup>a</sup>	3,2 <sup>c</sup>	2,3 <sup>cd</sup>	1,7 <sup>d</sup>	< 0,001
Ammoniak-N, % av total-N	8,6 <sup>a</sup>	4,8 <sup>d</sup>	7,0 <sup>bc</sup>	6,1 <sup>c</sup>	8,4 <sup>a</sup>	6,3 <sup>c</sup>	7,6 <sup>ab</sup>	6,5 <sup>bc</sup>	< 0,05
Ts-förlust, %	3,8 <sup>ab</sup>	3,5 <sup>bc</sup>	3,3 <sup>c</sup>	3,2 <sup>c</sup>	4,2 <sup>a</sup>	3,3 <sup>bc</sup>	3,1 <sup>c</sup>	3,0 <sup>c</sup>	< 0,05
Jästsvamp, log cfu <sup>4</sup> /g	4,7 <sup>a</sup>	3,5 <sup>b</sup>	3,5 <sup>b</sup>	1,0 <sup>d</sup>	4,7 <sup>a</sup>	2,7 <sup>bc</sup>	2,0 <sup>c</sup>	1,0 <sup>d</sup>	< 0,001
Lagringsstabilitet <sup>5</sup> , dagar	4,1	7,6	8,0	10,5	5,5	9,9	12,2	12,9	Ej sign.
pH efter lagringsstabilitetstest	7,48 <sup>a</sup>	7,57 <sup>a</sup>	7,00 <sup>ab</sup>	6,32 <sup>abc</sup>	7,59 <sup>a</sup>	6,28 <sup>abc</sup>	5,00 <sup>c</sup>	5,01 <sup>bc</sup>	Ej sign.

<sup>1</sup>Balk = rotorslättermaskin, Kross = rotorslätterkross.

<sup>2</sup>Kofasil Combi, 100 000 cfu/g, GrasAAT SX, 3 liter/ton, Kofasil Ultra K, 2 liter/ton.

<sup>3</sup>*P* – värde < 0,001, < 0,01, och < 0,05 betyder att det är statistiskt säkerställda skillnader mellan medelvärden som har olika bokstäver på samma rad. *P* – värde < 0,10 betyder att det är tendens till statistiskt säkerställda skillnader mellan medelvärden som har olika bokstäver inom parentes. Ej sign. = ej signifikant betyder att medelvärdena inte skiljer sig åt.

<sup>4</sup>cfu = colny forming units (koloniformande enheter).

<sup>5</sup>Lagringsstabilitet är mätt som antal dagar det tar för temperaturen i ensilaget att stiga 2°C över omgivningens temperatur mätt under en 14-dagars period.

## **Inverkan av hackning/snittning och tillsatsmedel på ensilagets kvalitet**

Mjölksyra, som är viktig för en god ensilering, återfanns i lägre halter i snittat än i hackat ensilage förutom i ensilage som var behandlat med bakteriepreparatet Kofasil Combi där mjölksyrhalten inte skilde mellan hackat och snittat material (Tabell 5). Innehållet av ättiksyra var lågt i samtliga ensilage och det var vissa skillnader i ättiksyrahalt mellan ensilagen men skillnaderna var små och av liten praktisk betydelse. En hög ättiksyrahalt i ensilaget ökar lagringsförlusterna men samtidigt förhindrar den tillväxt av jäst och mögel och motverkar därmed varmgång i ensilaget efter öppning av bal eller silo (Pahlow et al., 2003; Weissbach, 2011). Näringsförlusterna vid varmgång i ensilaget är större än lagringsförlusterna och därför är det relevant att välja ett preparat mot varmgång när ensilering sker av grödor med hög sockerhalt. Det var obefintliga mängder smörsyra i ensilagen. Samtliga tillsatsmedel sänkte etanolhalten i ensilaget och sänkningen var störst för det saltbaserade medlet Kofasil Ultra K i det snittade ensilaget. I det hackade ensilaget var etanolhalten lika i ensilage behandlat med syran GrasAAT SX och det saltbaserade medlet Kofasil Ultra K. Innehållet av ammoniak-kväve i ensilagen var på acceptabel nivå (Tabell 5).

Både hackat och snittat ensilage behandlade med tillsatsmedel hade lägre ts-förluster än obehandlat ensilage utan tillsats förutom för snittat ensilage behandlat med bakteriepreparatet, som inte skilde sig från kontrollen utan tillsats (Tabell 5). Hackat ensilage behandlat med tillsatsmedel hade lägre förekomst av jästsvamp än obehandlat kontrollensilage med den största effekten i ensilaget behandlat med Kofasil Ultra K. I snittat ensilage hade också ensilage behandlat med Kofasil Ultra K lägst förekomst av jästsvamp. Även ensilaget behandlat med syrapreparatet GrasAAT SX hade lägre förekomst av jästsvamp än kontrolledet i snittat material. Sänkningen i förekomsten av jästsvamp i ensilaget resulterade i förbättrad lagringsstabilitet under luftning av de hackade och behandlade ensilagen med den största effekten av Kofasil Ultra K. I det snittade ensilaget var det endast Kofasil Ultra K, som förbättrade lagringsstabiliteten i ensilaget jämfört med det obehandlade ensilaget (Tabell 5).

Tabell 5. Socker, pH, organiska syror, etanol, ammoniak-kväve, ts-förlust under lagring, jästsvamp, lagringsstabilitet efter öppning av bal och pH efter lagringsstabilitetstest beroende av skördeteknik<sup>1</sup> och tillsatsmedelsbehandling<sup>2</sup>. Medelvärden över slåtterteknik.

	Hackat				Snittat				<i>P</i> - värde <sup>3</sup>
	Kontroll	Kofasil Combi	GrasAAT SX	Kofasil Ultra K	Kontroll	Kofasil Combi	GrasAAT SX	Kofasil Ultra K	
Socker, g/kg ts	57	76	79	69	64	96	82	89	Ej sign.
pH efter 150 dagars lagring	4,08 <sup>fg</sup>	4,00 <sup>g</sup>	4,23 <sup>de</sup>	4,4 <sup>bc</sup>	4,33 <sup>cd</sup>	4,14 <sup>ef</sup>	4,46 <sup>b</sup>	4,63 <sup>a</sup>	< 0,10
Mjölksyra, g/kg ts	78 <sup>ab</sup>	90 <sup>a</sup>	64 <sup>cde</sup>	66 <sup>bcd</sup>	54 <sup>def</sup>	80 <sup>a</sup>	45 <sup>f</sup>	53 <sup>ef</sup>	< 0,05
Ättiksyra, g/kg ts	6,0 <sup>c</sup>	7,5 <sup>bc</sup>	6,6 <sup>bc</sup>	11,2 <sup>a</sup>	10,5 <sup>a</sup>	7,5 <sup>bc</sup>	7,6 <sup>b</sup>	11,5 <sup>a</sup>	< 0,001
Propionsyra, g/kg ts	0,07 <sup>b</sup>	0,01 <sup>b</sup>	1,22 <sup>a</sup>	0,25 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	1,64 <sup>a</sup>	0,25 <sup>b</sup>	< 0,05
Smörsyra, g/kg ts	0,33	0,00	0,05	0,00	0,63	0,14	0,08	0,07	Ej sign.
Etanol, g/kg ts	5,7 <sup>b</sup>	3,4 <sup>c</sup>	1,7 <sup>d</sup>	1,5 <sup>d</sup>	7,4 <sup>a</sup>	4,4 <sup>c</sup>	4,0 <sup>c</sup>	2,1 <sup>d</sup>	< 0,01
Ammoniak-N, % av total-N	7,9	5,3	7,3	6,1	9,1	5,8	7,2	6,4	Ej sign.
Ts-förlust, %	3,8 <sup>ab</sup>	3,2 <sup>d</sup>	3,0 <sup>d</sup>	3,2 <sup>cd</sup>	4,1 <sup>a</sup>	3,7 <sup>abc</sup>	3,4 <sup>bcd</sup>	3,0 <sup>d</sup>	< 0,01
Jästsvamp, log cfu <sup>4</sup> /g	5,3 <sup>a</sup>	2,8 <sup>cd</sup>	2,5 <sup>d</sup>	1,0 <sup>e</sup>	4,1 <sup>b</sup>	3,5 <sup>bc</sup>	3,0 <sup>cd</sup>	1,0 <sup>e</sup>	< 0,001
Lagringsstabilitet <sup>5</sup> , dagar	2,9 <sup>e</sup>	9,3 <sup>bcd</sup>	11,3 <sup>ab</sup>	12,7 <sup>a</sup>	6,7 <sup>d</sup>	8,2 <sup>cd</sup>	8,8 <sup>bcd</sup>	10,7 <sup>abc</sup>	< 0,001
pH efter lagringsstabilitetstest	7,37	6,49	5,30	5,06	7,70	7,36	6,70	6,27	Ej sign.

<sup>1</sup>Hackat med exakthack eller snittat med kortsnittvagn.

<sup>2</sup>Kofasil Combi, 100 000 cfu/g, GrasAAT SX, 3 liter/ton, Kofasil Ultra K, 2 liter/ton.

<sup>3</sup>*P* – värde < 0,001, < 0,01, och < 0,05 betyder att det är statistiskt säkerställda skillnader mellan medelvärden som har olika bokstäver på samma rad. *P* – värde < 0,10 betyder att det är tendens till statistiskt säkerställda skillnader mellan medelvärden som har olika bokstäver inom parentes. Ej sign. = ej signifikant betyder att medelvärdena inte skiljer sig åt.

<sup>4</sup>cfu = colny forming units (koloniformande enheter).

<sup>5</sup>Lagringsstabilitet är mätt som antal dagar det tar för temperaturen i ensilaget att stiga 2°C över omgivningens temperatur mätt under en 14-dagars period.

Även om kontrollensilaget hade en helt godtagbar kvalitet i det här försöket förutom att lagringsstabiliteten var låg, förbättrade tillsatsmedlen ensilagekvaliteten ytterligare (Tabell 6). Den effekt av tillsatsmedlen som är av avgörande betydelse för den praktiska utfodringen, kornas konsumtion, produktion och hälsa och därmed av avgörande ekonomisk betydelse, är den förbättrade lagringsstabiliteten vid luftning av ensilagen (Tabell 6). När ensilaget tar värme sker stora energiförluster, som leder till ett foder med lägre energihalt och minskat energiintag hos korna från ensilaget, som måste kompenseras genom ökad kraftfoderandel i foderstaten. Dessutom bildas många flyktiga ämnen under varmgång i ensilaget som sänker kornas konsumtion. Mögelsvamparna som växer till under varmgång, bildar toxiner, som påverkar kornas hälsa och ökar risken för infektioner, såsom mastiter. Korna tappar i foderintag och mjölkavkastning, vilket ökar kostnaderna och minskar intäkterna för mjölkproducenten.

I tabell 7 visas förändringar i ensilagens smältbarhet och energivärde under luftning av ensilaget under lagringsstabilitetstesten i 14 dygn. Kontrollensilaget, som tog värme snabbast, hade 7 % energiförluster medan ensilage behandlat med Kofasil Ultra K inte hade någon energiförlust under luftningen av ensilaget i 14 dygn. Syran och bakteriemedlet hade små energiförluster på 4 % (Tabell 7). Ju lägre energihalten är i ensilaget, desto mer kraftfoder behöver tillsättas foderstaten för att ha ett tillräckligt högt energiintag på korna. I energiförlusterna ligger förluster av protein, smältbar NDF och socker. Produktionseffekten av att kompensera ett dåligt ensilage med kraftfoder är avtagande ju större kraftfodergivan är. Dessutom leder det ofta till ökade foderkostnader för lantbrukaren.

Tabell 6. Socker, pH, organiska syror, etanol, ammoniak-kväve, ts-förlust under lagring, jästsvamp, lagringsstabilitet efter öppning av bal och pH efter lagringsstabilitetstest beroende av tillsatsmedelsbehandling<sup>1</sup>. Medelvärden över slåtter- och skördeteknik.

	Kontroll	Kofasil Combi	GrasAAT SX	Kofasil Ultra K	P-värde <sup>2</sup>
Socker, g/kg ts	60 <sup>b</sup>	86 <sup>a</sup>	80 <sup>a</sup>	79 <sup>a</sup>	< 0,001
pH efter 150 dagars lagring	4,20 <sup>c</sup>	4,07 <sup>d</sup>	4,34 <sup>b</sup>	4,51 <sup>a</sup>	< 0,001
Mjölksyra, g/kg ts	66 <sup>b</sup>	85 <sup>a</sup>	54 <sup>c</sup>	60 <sup>bc</sup>	< 0,001
Ättiksyra, g/kg ts	8,3 <sup>b</sup>	7,5 <sup>bc</sup>	7,1 <sup>c</sup>	11,3 <sup>a</sup>	< 0,001
Propionsyra, g/kg ts	0,03 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	1,43 <sup>a</sup>	0,25 <sup>b</sup>	< 0,001
Smörsyra, g/kg ts	0,48 <sup>a</sup>	0,07 <sup>b</sup>	0,06 <sup>b</sup>	0,03 <sup>b</sup>	< 0,001
Etanol, g/kg ts	6,6 <sup>a</sup>	3,9 <sup>b</sup>	2,8 <sup>c</sup>	1,8 <sup>d</sup>	< 0,001
Ammoniak-N, % av total-N	8,5 <sup>a</sup>	5,5 <sup>d</sup>	7,3 <sup>b</sup>	6,3 <sup>c</sup>	< 0,001
Ts-förlust, %	4,0 <sup>a</sup>	3,4 <sup>b</sup>	3,2 <sup>bc</sup>	3,1 <sup>c</sup>	< 0,001
Jästsvamp, log cfu <sup>3</sup> /g	4,7 <sup>a</sup>	3,1 <sup>b</sup>	2,8 <sup>b</sup>	1,0 <sup>c</sup>	< 0,001
Lagringsstabilitet <sup>4</sup> , dagar	4,8 <sup>c</sup>	8,8 <sup>b</sup>	10,1 <sup>ab</sup>	11,7 <sup>a</sup>	< 0,001
pH efter lagringsstabilitetstest	7,53 <sup>a</sup>	6,93 <sup>ab</sup>	6,00 <sup>bc</sup>	5,67 <sup>c</sup>	< 0,001

<sup>1</sup>Kofasil Combi, 100 000 cfu/g, GrasAAT SX, 3 liter/ton, Kofasil Ultra K, 2 liter/ton.

<sup>2</sup>P – värde < 0,001 betyder att det är statistiskt säkerställda skillnader mellan medelvärden som har olika bokstäver på samma rad.

<sup>3</sup>cfu = colony forming units (koloniformande enheter).

<sup>4</sup>Lagringsstabilitet är mätt som antal dagar det tar för temperaturen i ensilaget att stiga 2°C över omgivningens temperatur mätt under en 14-dagars period.



Tabell 7. Smältbarhet av organisk substans (OS) och omsättbar energi i ensilage före och efter luftning<sup>1</sup> i 14 dagar när grönmassan är obehandlad (kontroll) eller behandlad med olika tillsatsmedel. Medelvärden över slåtter- och skördeteknik.

	Kontroll		Kofasil Combi		GrasAAT SX		Kofasil Ultra K		P-värde <sup>2</sup>
	Före luftning	Efter luftning	Före luftning	Efter luftning	Före luftning	Efter luftning	Före luftning	Efter luftning	
VOS; Smältbarhet av OS in vitro <sup>3</sup> , %	87,6 <sup>a</sup>	83,3 <sup>d</sup>	87,6 <sup>a</sup>	85,4 <sup>bc</sup>	86,6 <sup>ab</sup>	84,7 <sup>c</sup>	86,5 <sup>ab</sup>	85,5 <sup>bc</sup>	< 0,001
Smältbarhet av OS in vivo <sup>4</sup> , %	76,9 <sup>a</sup>	73,0 <sup>d</sup>	76,8 <sup>a</sup>	74,9 <sup>bc</sup>	76,0 <sup>ab</sup>	74,2 <sup>c</sup>	75,8 <sup>ab</sup>	74,9 <sup>bc</sup>	< 0,001
Omsättbar Energi <sup>5</sup> , MJ/kg ts	11,0 <sup>ab</sup>	10,2 <sup>e</sup>	11,0 <sup>a</sup>	10,6 <sup>cd</sup>	10,8 <sup>bc</sup>	10,4 <sup>d</sup>	10,9 <sup>ab</sup>	10,7 <sup>bc</sup>	< 0,001

<sup>1</sup>Ensilaget utsätts för luftning enligt metodbeskrivning på sid 19-20 i denna rapport (Honig, 1990).

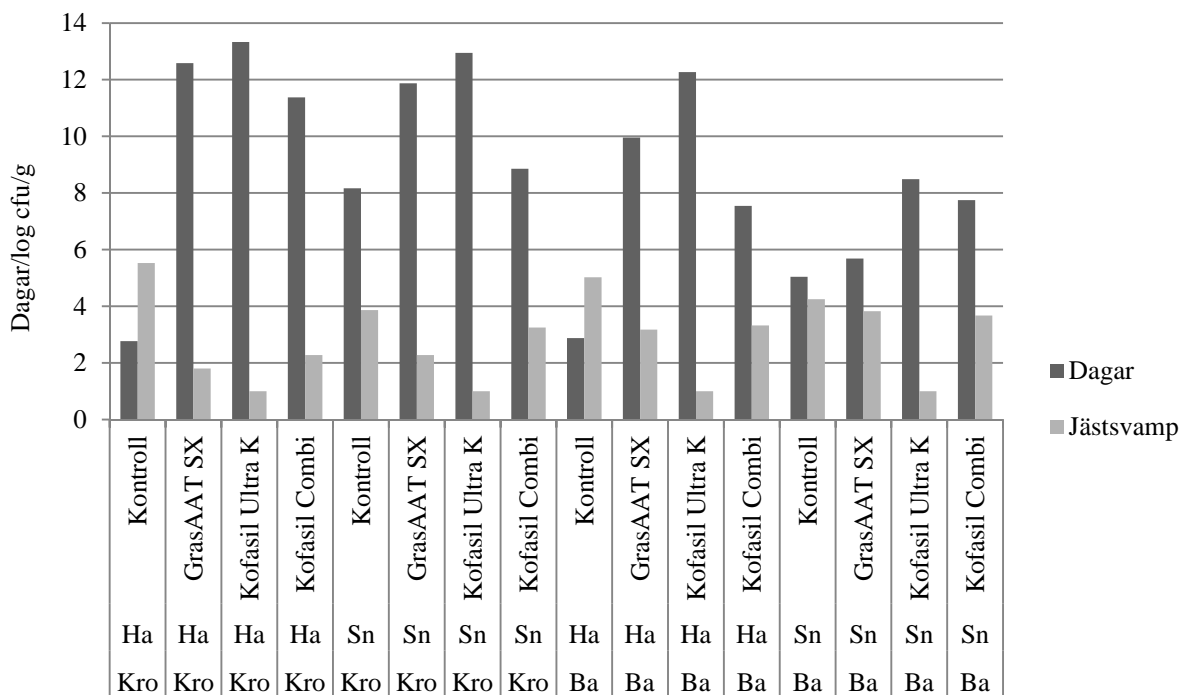
<sup>2</sup>P – värde < 0,001 betyder att det är statistiskt säkerställda skillnader mellan medelvärden som har olika bokstäver på samma rad.

<sup>3</sup>Smältbarhet mätt på laboratorium då torkat och malet prov inkuberas i vomvätska och buffert.

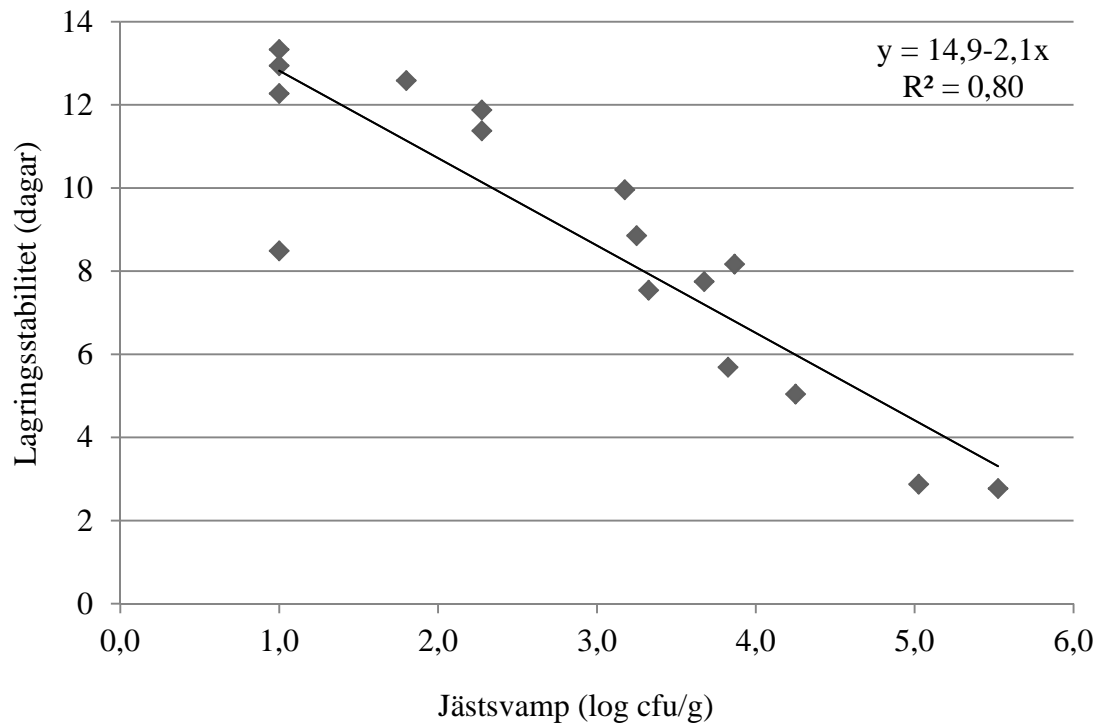
<sup>4</sup>Smältbarhet uträknat från VOS-värdet och ska motsvara smältbarheten av fodret i djuret.

<sup>5</sup>Omsättbar energi uträknat från VOS-värdet.

Både figur 4 och 5 visar att när förekomsten av jästsvamp i ensilaget ökar, minskar lagringsstabiliteten i ensilaget vid luftning, dvs. det blir lättare varmgång i ensilaget efter öppning av bal eller silo. Från figur 5 ser vi att när förekomsten av jästsvamp i ensilaget ökar med log 1 (från t.ex. log 3 till log 4) minskar lagringsstabiliteten i ensilaget med 2,1 dagar, dvs. det tar 2,1 dagar kortare tid för ensilaget att öka temperaturen 2°C över omgivningens temperatur.



Figur 4. Lagringsstabilitet, mätt i antal dagar som det tar innan ensilagens temperatur har ökat 2°C över omgivningstemperaturen och förekomst av jästsvamp (log cfu/g) i ensilaget innan lagringsstabilitetstest. Ha = hackat, Sn = snittat, Kro = kross rotorslätterkross och Ba = balk, rotorslättermaskin.



*Figur 5. Samband mellan förekomst av jästsvamp i ensilaget innan luftning och ensilagets lagringsstabilitet vid luftning.*

## EKONOMI

Tabell 8. Jämförelse av kostnader för olika slåtter- och skördetekniker.

Avkastning 3 100 kg ts/ha		Balk		Kross	
		Hackat	Snittat	Hackat	Snittat
Maskinkedja					
Slåtter	kr/ha	190	190	240	240
Strängläggning	kr/ha	160	160	160	160
Hackning/Snittning	kr/ha	620	420	620	420
Lagring	kr/ha	620	620	620	620
Ts-förluster	%	3,36	4,18	4,25	4,06
Kostnad skörd och lagring	kr/kg ts	0,53	0,47	0,55	0,48

Hektarskostnaderna är hämtade från Maskinkalkylgruppen (2014) där det även är beskrivet vad som ingår i kostnaderna (Tabell 8). Hektarsavkastningen är avkastningen från den vall som skördades i försöket. Kapacitet för exakthack och kortsnittsvagn är hämtat från rapporten ”Jämförelse av Pöttinger Jumbo 7200 ensilagevagn och JF ES 3600 hackvagn”. Arbetsbredd för slåtter är 9 m, rotorsträngläggare 12-15 m mittläggare, exakthack på 35 m<sup>3</sup> med kapacitet på 25 ton ensilage per timme samt kortsnittsvagn på 50 m<sup>3</sup> med kapacitet på 56 ton ensilage per timme. Lagringskostnaden är beräknad till 0,20 kr per kg ts, vilket inkluderar kostnader för packning, plast, arbete och plansilo.

Kostnadsjämförelsen visar på störst ekonomisk skillnad mellan hackning och snittning för skördeteknik (Tabell 8). Genom att kapaciteten är högre för snittning än hackning ger det störst genomslag på kostnaden per kg ts (0,475 kr/kg ts för snittat material jämfört med 0,55 kr/kg ts för hackat material). Med en hektarsavkastning på 3 100 kg ts blir snittvagnen 232 kr billigare per hektar än exakthacken. Skillnaden mellan rotorslåttermaskin (Balk) och rotorslåttermaskin jämfört med 0,515 kr/kg ts för rotorslåttermaskin (Kross) är mycket liten i denna jämförelse (0,50 kr/kg ts för rotorslåttermaskin jämfört med 0,515 kr/kg ts för rotorslåttermaskin). Här blir rotorslåttermaskinen endast 46 kr billigare per hektar än rotorslåttermaskinen vid en avkastning på 3 100 kg ts/ha (Tabell 8).

Tabell 9. Energiskörd av ensilage vid utfodring.

Avkastning 3 100 kg ts/ha	Tillsatsmedel			
	Kontroll	Kofasil Combi	GrasAAT SX	Kofasil Ultra K
Ts-förluster under lagring, %	3,96	3,43	3,21	3,1
Omsättbar Energi vid utfodring, MJ/kg ts	10,2	10,6	10,4	10,7
Energiskörd, MJ/ha	30 368	31 733	31 205	32 142
0,138 kr/MJ, kr/ha	4 190	4 379	4 306	4 436

I försöket har torrsbstansförlusterna under lagring med metoden rundbalsensilering av hackad och snittad grönmassa varit mycket små, även i det obehandlade ensilaget. Vid ensilering i plansilo kan man räkna med betydligt större torrsbstansförluster, > 15 %,

jämfört med 3-4 % i detta försök. Med större torrsubstansförluster under lagringen i ensilage utan tillsats blir effekterna av tillsatsmedel större.

En viktig aspekt att påpeka är att användningen av tillsatsmedel gav ett mer lagringsstabilitet ensilage än utan tillsatsmedel. Som framgår av tabell 9 är energihalten i ensilaget vid utfodring högre i ensilage med tillsatsmedel än i kontrollensilaget utan tillsatsmedel eftersom tillsatsmedlen motverkade varmgång i ensilagen, som ger energiförluster (Tabell 7). Värdet på 0,138 kr/MJ är beräknat utifrån ett värde på vallensilaget på 1,50 kr/kg ts och en energihalt på 10,9 MJ/kg ts, som var genomsnittliga energivärdet på ensilaget vårt försök. Resultaten i tabell 9 visar att samtliga tillsatsmedel ger ett högre ekonomiskt värde på ensilaget på grund av lägre torrsubstansförluster under lagringen och ett högre energivärde i ensilaget vid utfodring. Det högre energivärdet har åstadkommit genom att ensilage med tillsatsmedel har varit mer lagringsstabil vid luftning, som motsvarar utfodringsfasen av ensilaget på gården. Effekten var störst när det saltbaserade medlet Kofasil Ultra K användes. Om man dessutom räknar på att mindre mängd kraftfoder behövs i foderstaten när ett mer energirikt ensilage utfodras blir värdet av tillsatsmedel ännu större. Vid ett antagande av en ensilagekonsumtion på 13 kg ts per ko och dag och ett innehåll av omsättbar energi på 13,0 MJ/kg ts i ett färdigfoder innebär ett förbättrat energiinnehåll i ensilaget på 0,5 MJ/kg ts totalt 6,5 MJ/ko och dag. Detta innebär att lantbrukaren sparar 0,5 kg ts kraftfoder per ko och dag.

Man bör också tänka på att vid varmgång av ensilage bildas flyktiga ämnen och om mögel växer till bildas mykotoxiner som försämrar djurhälsan, sänker konsumtionen och produktionen samt ökar produktionskostnaderna för lantbrukaren.

## **SLUTSATSER**

Tillsatsmedel hade större betydelse än slätter- och skördeteknik för att uppnå en god kvalitet i ensilaget med små lagringsförluster och förbättrad stabilitet mot varmgång vid tillträde av luft till ensilaget, som kan uppstå vid otillräcklig packning och täckning av ensilaget under lagring och under utfodringsperioden.

### **Slätter- och skördeteknik**

Rotorslätterkross gav en snabbare förtorkning än rotorslättermaskin.

Samtliga fyra kombinationer av rotorslättermaskin och rotorslätterkross med exakthack och kortsnittvagn gav tillfredsställande ensilagekvalitet. Resultaten visar dock en viss tendens till högre etanolhalt och ökade ts-förluster i ensilaget när rotorslättermaskin användes i kombination med kortsnittvagn. Det var också större energiförluster i ensilaget under 14 dagars luftning då rotorslättermaskin användes i jämförelse med rotorslätterkross.

Rotorslättermaskin lägger grönmassan åt ett håll och ger inte lika effektiv breddspridning som rotorslätterkross, som lägger grönmassan luftigt åt olika håll.

Grönmassa som slagits med rotorslättermaskin gav en ojämnare inmatning i exakthacken, som gick på låg hastighet och högt varvtal för att klara inmatningen.

Hackat och snittat material som packas och plastas in i en stationär Orkelpress blir mycket välpackat och ger små förluster. I praktiken får vi räkna med betydligt större lagringsförluster med ensilering i plansilo, ca 15 %, ibland mer.

Eftersom kortsnittvagn har högre kapacitet, blir det ett mer kostnadseffektivt alternativ men var noga med att den högre kapaciteten inte leder till otillräckligt med tid för packning i silon mellan lass.

### **Tillsatsmedel**

Både kemiska och biologiska tillsatsmedel minskade etanolhalten, antalet jästsvampar och ts-förlusterna samt förbättrade lagringsstabiliteten i hackat ensilage. I snittat ensilage minskade endast de kemiska tillsatsmedlen antalet jästsvampar och ts-förlusterna och det var endast Kofasil Ultra K som förbättrade lagringsstabiliteten i ensilaget.

Det fanns ett tydligt samband mellan antalet jästsvampar och lagringsstabiliteten i ensilaget med ökad risk för varmgång i ensilaget när förekomsten av jästsvampar ökade.

Genom att välja ett tillsatsmedel som hämmar utvecklingen av jäst i ensilaget kan lantbrukaren öka sina möjligheter till att få ett ensilage som inte tar värme vid uttag ur silon. Därmed undviks stora energiförluster i ensilaget vid siloöppningen under utfodringsperioden. Förlusterna är förluster av näring och kasserat ensilage, som medför stora kostnader i produktionen. Den lägre energihalten i ensilaget medför att mer kraftfoder behöver utfodras till korna för att energiförsörjas. Om ett ensilage, som är angripet av jäst- och mögelsvamp, utfodras, äventyras kornas hälsa och produktion.

Ett ensilage med högt energivärde och god hygienisk kvalitet är grunden för friska kor med hög produktion.



## ABSTRACT

It is becoming more common to replace rotary conditioner with rotary mower and to replace precision chopping wagon with rotor cutter wagon, which results in a longer particle size of the forage. These types of machines are less expensive to purchase and they use less energy. The aim of the study was to investigate the effects of mowing and harvesting methods and additives on fermentation characteristics and aerobic stability of grass (83%) - clover (17%) silage. A second cut of a 2-year old ley at Götala Beef and Lamb Research Centre, Swedish University of Agricultural Sciences, Skara, Sweden, was used.

A rotary conditioner (front: KRONE easy cut 32 CV float, rear: KRONE easy cut 9140 CV) was compared to a rotary mower (front: KUHN GMD 802F, rear: KUHN GMD 883) for wide spreading to a width of 8.7 m. The windrower was KUHN GA 8121 Masterdrive with a wind row width of 1.40 m. The precision chopper wagon was Sahlström 50 m<sup>3</sup> Taarup 480 and the rotor cutter wagon was Pöttinger Jumbo 6010 Powermatic 60 m<sup>3</sup>. There were 4 combinations for the experiment: rotary conditioner – precision chopper wagon, rotary conditioner – rotor cutter wagon, rotary mower – precision chopper wagon and rotary mower – rotor cutter wagon. Four different types of additive treatments were used for each of the machinery combinations. The treatments were control silage without additive, the acid GrasAAT SX, 3 L/ton, the salt-based additive Kofasil Ultra K, 2 L/ton and the inoculant Kofasil Combi, containing lactic acid bacteria and sodium benzoate and potassium sorbate in solution, 100,000 cfu of lactic acid bacteria/g. All additives are produced by Addcon.

The wilted herbage from each of the 16 treatments was packed in a stationary baler (Orkel MP 2000, Fannrem, Norway), covered with eight layers of plastic film and stored for 128 days before samples were drilled for analysis of the fermentation characteristics and aerobic stability of the silage. At least five bales were made from each treatment. The particle size of the chopped herbage was 26.7 mm and of the cut herbage 85.0 mm. The harvest started after 18-19 hours of wilting, when the dry-matter (DM) content of the forage, mowed by the rotary mower, was 33% and of the forage, mowed with the rotary conditioner, was 42%.

The results showed that additives had a greater effect on silage quality, DM losses during storage and aerobic stability than the mowing and harvesting methods.

All of the four combinations of mowing and harvesting methods resulted in satisfactory silage quality. However, there was a slight tendency for less efficient fermentation and increased DM losses in the silage harvested from forage mowed with a rotary mower and cut with a rotor cutter wagon. It also was larger energy losses during a 14-day aeration of the silage when the rotary mower was compared to the rotary conditioner.

Chopped and cut forage that are packed in a stationary Orkel baler is very tightly packed, which results in small DM losses. In practice, we need to calculate with higher DM losses in bunker silos, ca 15%, sometimes more. As the rotor cutter wagon has a higher capacity, it will be a more cost efficient alternative but be careful that the higher capacity is not resulting in insufficient packing of the forage between loads in the silo.

Both chemical and biological additives decreased the ethanol concentration, the yeast count and DM losses and improved aerobic stability in the chopped silage. In the cut silage, only the chemical additives decreased the yeast count and DM losses and Kofasil Ultra K was the only additive that improved the aerobic stability of the silage. There was a strong negative correlation between the yeast count and the aerobic stability of the silage.

By selecting an additive that inhibits the growth of yeast in the silage, the farmer can increase his/her possibilities to produce silage that does not heat during air filtration. By improving the aerobic stability of the silage, large energy losses are avoided at the silo face during feed out. The losses are losses of nutrients and discarded silage, which results in big economic losses by the farmer. The decreased energy concentration of the silage at feed out requires more concentrate to be fed to the cows for sufficient energy supply. If silage that is infected by yeasts and moulds is fed, health and production of the cows are jeopardized.

Silages with high energy contents and of good hygienic quality are the basis for healthy high-producing cows.



## LITTERATUR

- Anonym. Jämförelse av Pöttinger Jumbo 7200 ensilagevagn och JF ES 3600 hackvagn. Utdrag ur testrapport från SLU. Stencil 12 sidor.
- Borreani, G., Tabacco, E. & Ciotti, A. 1999. Effects of mechanical conditioning on wilting of alfalfa and Italian ryegrass for ensiling. *Agronomy Journal* 91, 457-463.
- Chai, W. H., and P. Udén. 1998. An alternative oven method combined with different detergent strengths in the analysis of neutral detergent fiber. *Anim. Feed Sci. Technol.* 74:281-288.
- Fagerberg, B. 1979. Blad- och stjälktillväxt hos vallbaljväxter samt stubbhöjdens betydelse vid vallskörd. Rapport 73. Institutionen för växtodling, Sveriges Lantbruksuniversitet. 78 sidor.
- Heinrichs, J. & Kononoff, P. (2002). Evaluating particle size of forages and TMRs using the new Penn State forage particle separator. Dep. of Dairy and Animal Science, Cooperative Extension. The Pennsylvania State University, Pennsylvania USA.
- Honig, H. 1990. Evaluation of aerobic stability. *Grass and Forage Reports*, Special issue 3, p. 76-82.
- Lengerken, von, J. & Zimmermann, K. 1991. *Handbuch Futtermittelprüfung*. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 1. Auflage.
- Lindgren, E. 1979. Vallfodrets näringsvärde bestämt *in vivo* och med olika laboriemetoder. Report 45. Dept Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 61 sidor.
- Lindgren, E. 1983. Nykalibrering av VOS-metoden för bestämning av energivärde hos vallfoder. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Stencil. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Lingvall, P. & Knicky, M. 2008. Precision chopping or rotor cutting and its influence on ensiling capacity and silage fermentation. *Grassland Science in Europe* 13, 666-668.
- Maskinkalkylgruppen. 2014. Maskinkostnader 2014. LRF Konsult Linköping och Hushållningssällskapet Kalmar – Kronoberg – Blekinge. 40 sidor.
- Muck, R.E., Moser, L.E. & Pitt, R.E. 2003. Postharvest factors affecting ensiling. sid. 251-304. Buxton, D.R., Muck, R.E. & Harrison, J.H. (red.). *Silage Science and Technology*. Agronomy No. 42, ASSA, CSSA, SSSA Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Pahlow, G., Muck, R.E., Driehuis, F., Oude Elferink, S.J. W.H. & Spoelstra S:F. 2003. Microbiology of ensiling. sid. 31-94. Buxton, D.R., Muck, R.E. & Harrison, J.H. (red.). *Silage Science and Technology*. Agronomy No. 42, ASSA, CSSA, SSSA Inc., Madison, Wisconsin, USA.

- Suokannas, A. & Nysand, M. 2008. Loader wagon compared to metered chopper for forage harvest. *Grassland Science in Europe* 13, 648-650.
- Weiss, K. 2001. Gärungsverlauf und Gärqualität von Silagen aus nitratarmem Grünfutter. *Dissertation*. Humboldt-Universität zu Berlin.
- Weiss, K. 2004. Nitratbestimmung in Grünfutter – ein Methodenvergleich. *Proceedings of 116. VDLUFA-Kongress*, July 13.-17, Rostock, sid. 85.
- Weiss, K. & Kaiser, E. 1995. Milchsäurebestimmung in Silageextrakten mit Hilfe der HPLC. *Das Wirtschaftseigene Futter* 41, 69-80.
- Weissbach, F. 2005. A simple method for the correction of fermentation losses measured in laboratory silos. sid 278. Park, R. S. & Stronge, M. D. (red.) *Proceedings of The XIV<sup>th</sup> International Silage Conference*, July 2005, Belfast, Northern Ireland, 278.
- Weissbach, F. 2011. The future of forage conservation. sid. 319-363. Daniel, J.L:P., Zapolatto, M. & Nussio, L.G. (red.). *Proceedings of the II International Symposium on Forage Quality and Conservation*. Nov. 16-19, University of Sao Paulo, Brazil.
- Weissbach, F. & Strubelt, C. 2008. Correcting the dry matter content of grass silages as a substrate for biogas production. *LANDTECHNIK-NET* 63 (4), 210-211. Available at: [www.landtechnik-online.eu](http://www.landtechnik-online.eu)

Vid **Institutionen för husdjurens miljö och hälsa** finns tre publikationsserier:

- \* **Avhandlingar:** Här publiceras masters- och licentiatavhandlingar
- \* **Rapporter:** Här publiceras olika typer av vetenskapliga rapporter från institutionen.
- \* **Studentarbeten:** Här publiceras olika typer av studentarbeten, bl.a. examensarbeten, vanligtvis omfattande 5-20 poäng. Studentarbeten ingår som en obligatorisk del i olika program och syftar till att under handledning ge den studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Arbetenas innehåll, resultat och slutsatser bör således bedömas mot denna bakgrund.

Vill du veta mer om institutionens publikationer kan du hitta det här:  
[www.hmh.slu.se](http://www.hmh.slu.se)

---

---

**DISTRIBUTION:**

Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för veterinärmedicin och  
husdjursvetenskap  
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa  
Box 234  
532 23 Skara  
Tel 0511-67000  
**E-post:** [hmh@slu.se](mailto:hmh@slu.se)  
**Hemsida:** [www.slu.se/husdjurmiljohalsa](http://www.slu.se/husdjurmiljohalsa)

*Swedish University of Agricultural Sciences  
Faculty of Veterinary Medicine and Animal  
Science  
Department of Animal Environment and Health  
P.O.B. 234  
SE-532 23 Skara, Sweden  
Phone: +46 (0)511 67000  
**E-mail:** [hmh@slu.se](mailto:hmh@slu.se)  
**Homepage:** [www.slu.se/husdjurmiljohalsa](http://www.slu.se/husdjurmiljohalsa)*

---